第6講　化学反応と電気エネルギー

PART1　ダニエル電池・ファラデーの法則

目標　・電池と電気量計算の基本をしっかりと押さえよう！

Chapter1　電池

要点

電池

・酸化還元反応による化学エネルギーを電気エネルギーに変えて取り出す装置。

◆ 電池とは　重要

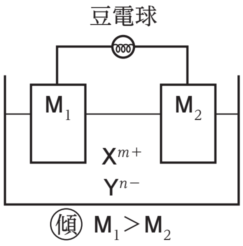
金属の性質を利用し，酸化還元反応による化学エネルギーを電気エネルギーに変えて取り出す装置。

通常の酸化還元反応では，酸化剤と還元剤が衝突し，還元剤から酸化剤に電子が移動するため，電流は流れない。

もし，酸化剤と還元剤を離れた場所で反応させることができれば，その距離を電子が移動するため，電流を取り出すことができる。これが電池である。

◆ 電池の基本　重要

異なる２種類の金属を導線で繋ぎ，電解質水溶液に浸すと電池ができる。



・負極・正極

負極：電子を放出する極。（正極と比べてイオン化傾向が大きい金属。上図では M_1）

正極：電子を受け取る極。（負極と比べてイオン化傾向が小さい金属。上図では M_2）

・起電力

負極と正極の間に生じる電圧。（電流の流れやすさと考えよう）

２つの金属のイオン化傾向の差に相当する。すなわち，イオン化傾向の差が大きい組み合わせを使うと起電力も大きくなる。

・**各極の反応**

負極：酸化反応が進行する。

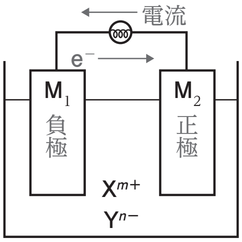
$(M_1 \rightarrow M_1{}^{a+} + ae^-)$

正極：還元反応が進行する。

$(X^{m+} + me^- \rightarrow X)$

活物質：反応に関与する物質。

$(M_1 \cdot X^{m+})$



まとめ

・電池において，電子を放出する極，すなわち（　　　　）反応が進行する極を（　　　）極という。また，電子を受け取る極，すなわち（　　　　）反応が進行する極を（　　　）極という。

Chapter2　ダニエル電池

要点

ダニエル電池

・（−）Zn|$ZnSO_4$aq | $CuSO_4$aq|Cu（+）

（−）$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

（+）$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

◆ ダニエル電池　（−）Zn | $ZnSO_4$aq | $CuSO_4$aq | Cu（+） 重要

負極：亜鉛 Zn

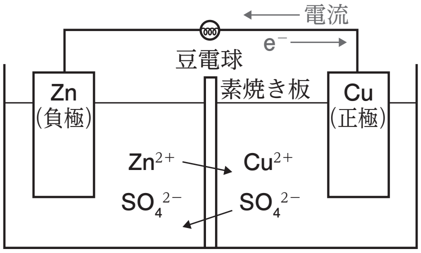
電解液は硫酸亜鉛 $ZnSO_4$ 水溶液

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

正極：銅 Cu

電解液は硫酸銅(Ⅱ)$CuSO_4$ 水溶液

$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

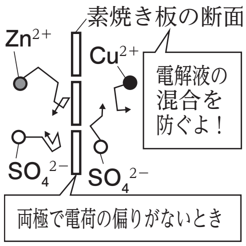


◆ 素焼き板 重要

両極の水溶液を素焼き板で仕切っている。その役割は以下の２つである。

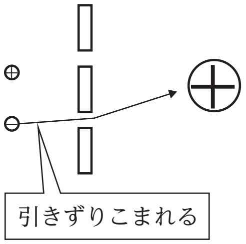
(1) 各極の電解液が混合してしまうのを防ぐ。

素焼き板には小さな穴が無数にあるが，基本的に電解液が混合することはない。

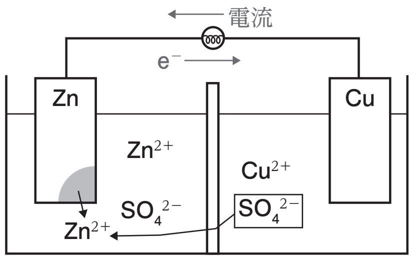


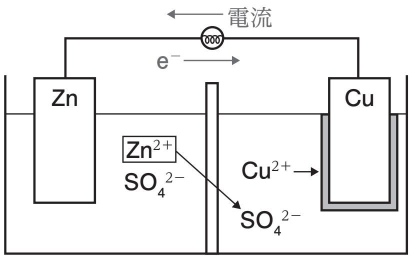
(2) 両電解液を電気的に中性の状態に保つ。

素焼き板の穴を必要なイオンが通過し，溶液を電気的中性に保っている。



硫酸イオン SO_4^{2-}：正極側から負極側へ　　**亜鉛イオン Zn^{2+}**：負極側から正極側へ





まとめ

・ダニエル電池は負極に（　　　　），正極に（　　　）を用いた電池で，各極の電解液を（　　　　　）で仕切っている。

Chapter3　ダニエル電池の問題点

要点

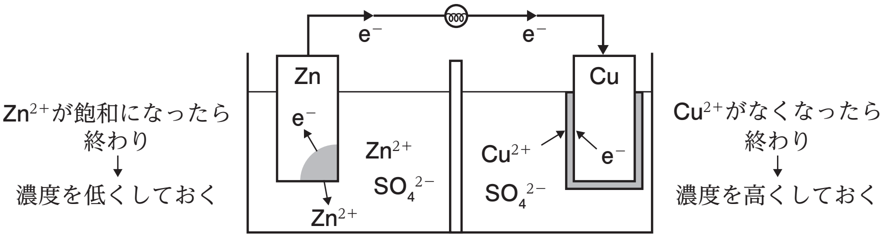
ダニエル電池の問題点

・負極：Zn^{2+} の濃度が飽和に達すると反応停止。($ZnSO_4aq$ の濃度を小さくしておく)

正極：Cu^{2+} が無くなると反応停止。($CuSO_4aq$ の濃度を大きくしておく)

◆ ダニエル電池の問題点　重要

ダニエル電池は，電流を取り出すことができる時間が短い。なぜ，電流が取り出せなくなるのか考えてみよう。



負極　$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

Zn^{2+} が増加し続け，飽和に達すると Zn の溶解が停止する。すなわち電流が流れなくなる。

→ $ZnSO_4aq$ の濃度を小さくしておくとよい。

正極　$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

Cu^{2+} が減少していき，無くなると Cu の析出が停止する。すなわち電流が流れなくなる。

→ $CuSO_4aq$ の濃度を大きくしておくとよい。

以上より，負極(濃度小)と正極（濃度大）の濃度差を大きくすると電池が長持ちする。また，濃度差が大きいと反応が進行しやすくなるため，起電力も大きくなる。

まとめ

・ダニエル電池を長持ちさせるには，負極側の電解液の濃度を（　　　　　），正極側の電解液の濃度を（　　　　　）しておくとよい。

Chapter4　ファラデーの法則

要点

ファラデーの法則

・電極で変化する物質の物質量は，流れた電気量に比例する。

◆ファラデーの法則　重要

電極で変化する物質の物質量は流れた電気量に比例する。

◆電気量の計算　重要

電気量はC（クーロン）という単位で表す。1A（アンペア）の電流が1秒間に運ぶ電気量が1Cである。

また，電子1molあたりの電気量の絶対値を**ファラデー定数** F(C/mol)という。

通常は 9.65×10^4 C/mol である。（問題文中に与えられる）

電気化学の計算では，電気量の計算が必要となる。流れた電子の物質量を計算できるようになっておこう。

$$\textbf{流れた電子の物質量(mol)} = \frac{\textbf{電流(A)×時間(秒)}}{\textbf{96500 (C/mol)}}$$

例題

ある電池で1.0Aの電流を3860秒間取り出した。このとき流れた電子の物質量は何molか。

ただし，ファラデー定数は96500 C/molとする。

考え方

$$流れた電子の物質量(mol) = \frac{1.0 \times 3860}{96500\ (C/mol)} = 4.0 \times 10^{-2}\ (mol)$$

まとめ

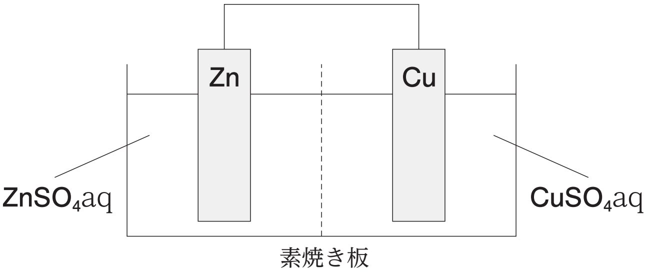
・流れた電子の物質量（mol）＝ $\dfrac{(\qquad\qquad)\times(\qquad\qquad)}{(\qquad\qquad\qquad)}$

Chapter5　演習問題

問　ある電池で 3.0A の電流で 32 分 10 秒間放電した。流れた電子の物質量は何 mol か。計算しなさい。ただし，ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol とする。

第６講　PART1　確認問題

問１　酸化還元反応による化学エネルギーを電気エネルギーに変えて取り出す装置を電池といい，負極は電子を（　ア　）極であり，（　イ　）反応が進行する。電池の例として次のようなダニエル電池があげられる。



ダニエル電池では両極の電解液が素焼き板で仕切られており，素焼き板は各極の電解液が混合するのを防いだり，(a)両電解液を電気的中性に保ったりする役割を果たしている。ただ，(b)ダニエル電池には電流を取り出せる時間が短いという問題点がある。

(1)　文中の（　ア　），（　イ　）に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ア：放出する　　イ：酸化
②　ア：放出する　　イ：還元
③　ア：受け取る　　イ：酸化
④　ア：受け取る　　イ：還元

(2)　文中の下線部(a)について，正極側から負極側へ通過するイオンとして最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

①　亜鉛イオン　　　②　銅(Ⅱ)イオン
③　硫酸イオン

(3) 文中の下線部(b)について，ダニエル電池を長持ちさせるためには正極側の硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度をどのようにしておくとよいか。適当なものを，次の①，②のうちから一つ選べ。

① 大きくしておく　　② 小さくしておく

(4) ある電池で 1.5A の電流を 1 時間 36 分 30 秒間放電した場合，流れた電子の物質量は何 mol か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol とする。

① 1.0×10^{-3} mol　　② 1.5×10^{-3} mol

③ 6.0×10^{-2} mol　　④ 9.0×10^{-2} mol

第６講　化学反応と電気エネルギー

PART1　ダニエル電池・ファラデーの法則

問　6.0×10^{-2} mol

PART2　鉛蓄電池・燃料電池

問　3.2g

PART3　電気分解の基本

問　陽極：生成する物質 O_2，物質量 2.5×10^{-3} mol

陰極：生成する物質 Cu，物質量 5.0×10^{-3} mol

PART4　電気分解の工業的利用

問　⑴　陽極：$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

陰極：$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

⑵　Na^+，陽極から陰極に移動する。

PART5　電気分解の計算

Chapter1

問　⑴　0.900L

⑵　1.54×10^4 秒

Chapter2

問　⑴　電極 a：$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

電極 b：$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

⑵　0.560 L

Chapter3

問　0.5 倍

Chapter4

問　(1)　電極 a：$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

電極 b：$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

電極 c：$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

電極 d：$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

(2)　電極 b

(3)　2.5×10^{-2} mol

第 6 講　PART1　確認問題　解答

問 1

(1)　①

解説：

負極は電子を放出する極であり，酸化反応が進行する。一方，正極は電子を受け取る極であり，還元反応が進行する。

(2)　③

解説：

素焼き板を通って正極側から負極側へ移動するイオンは硫酸イオンである。

(3)　①

解説：

ダニエル電池では，正極側の硫酸銅(Ⅱ)水溶液の銅(Ⅱ)イオンが反応によって減少し，無くなると反応が停止する。そのため，硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度を大きくしておくと，ダニエル電池を長持ちさせることができる。

(4)　④

解説：

流れた電子の物質量は $\dfrac{1.5\times(1\times3600+36\times60+30)}{9.65\times10^{4}}$

$= 9.0\times10^{-2}$ mol となる。